

CONSTRUTIVISMO E O ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA QUESTÃO DE CIDADANIA - DA SALA DE AULA PARA O LABORATÓRIO DA VIDA

CONSTRUCTIVISM AND EDUCATION OF CHILDREN: A QUESTION OF CITIZENSHIP – THE CLASSROOM AS THE LABORATORY OF LIFE

Karen Cristiane Martinez de Moraes¹

RESUMO: *Nos últimos anos, a educação brasileira vem sendo remodelada e os educadores incentivados a desenvolver um trabalho pedagógico que colabore com a construção do conhecimento pelos alunos, transformando-os em cidadãos críticos e participativos. Paralelamente, o ensino de Ciências e da Biologia vem se transformando em um desafio para os professores frente aos avanços crescentes nesse campo do conhecimento, exigindo desses profissionais uma frequente atualização científica e uma reciclagem de suas concepções dogmáticas sobre ciências. A sociedade moderna clama por um docente contextualizado em seu meio, capaz de colaborar com a formação de cidadãos conscientes e as novas Diretrizes do ensino básico respaldam essa demanda social, fazendo com que a Escola assuma um papel fundamental na formação do aluno que passa agora a aprender para a vida. O presente trabalho se caracteriza como uma breve revisão crítica das demandas educacionais da sociedade moderna brasileira.*

Palavras-chave: educação; construção do conhecimento; ensino de ciências e suas tecnologias.

ABSTRACT: *In the last few years, the Brazilian educational system has been remodeled and educators have been encouraged to develop teaching methods that support the knowledge construction by the students, transforming them into critical and participative citizens. In parallel, science and biology teaching has become a challenge to educators due to the scientific advances in these fields of knowledge, which requires frequent training of educators and retraining of their dogmatic positions about science. Modern society clamors for a socially contextualized teacher, who is able to help in the formation of participative citizens and the new education Directives support this demand. The new School contributes to the student's knowledge construction so that they are stimulated to learn for life. The present work is a critical mini-review about the social and educational demands of the modern Brazilian society.*

Keywords: education; knowledge construction; teaching science and related technologies.

¹ Doutorado em Genética e Biologia Molecular pela Universidade Estadual de Campinas e docente da Universidade Federal de Ouro Preto – UFOP. E-mail: karenmoraes_33@hotmail.com.

1. INTRODUÇÃO

1.1 A educação e as demandas sociais

A educação brasileira, desde a educação básica até o ensino superior, tem sido objeto de grandes preocupações e discussões, seja por educadores, estudantes ou políticos. Essas preocupações revelam a necessidade constante de profissionais capacitados para a tarefa social de educar.

Ao longo dos últimos trintas anos, a literatura educacional produziu uma série de conhecimentos e conceitos que auxiliam docentes em seus planejamentos didáticos, infelizmente grande parte dos professores desconhecem essas publicações, principalmente porque os periódicos de referência são publicados em língua inglesa. Assim, no Brasil, ainda não se alicerçou, no campo da didática das ciências naturais, um conjunto de conhecimentos sistematizados que facilitem o trabalho do educador em seu contínuo aprendizado.

Em particular, o ensino de ciências biológicas e de suas tecnologias apresenta um ritmo acelerado frente ao desenvolvimento contínuo de novos conhecimentos, que exige do docente uma constante atualização profissional. Ser capaz de continuar aprendendo tornou-se a competência cognitiva mais valorizada para o trabalho e a vida na sociedade do conhecimento e isso se reflete diretamente na valorização e na busca por cursos de formação continuada por parte dos docentes (MELLO, 2000). A tendência atual desses cursos de formação inicial e continuada de professores de ciências preza pela capacitação desses profissionais em programar atividades de aprendizagem que

despertem uma visão interdisciplinar de ciências, uma vez que o ensino passa a ser comprometido com a formação de cidadãos críticos e participativos.

O atual sistema educacional brasileiro está fundamentado nas Leis de Diretrizes e Bases (LDB) da Educação Nacional (lei nº 9394/96). Essa lei foi elaborada e/ou reestruturada visando à melhoria da qualidade de ensino e o efetivo papel da escola na sociedade. O artigo 26 da LDB destaca a importância da flexibilização curricular, propondo a inclusão de conteúdos diversificados, que atendam às características socioculturais e econômicas de cada região ou escola. A educação deixa de ser descritiva para se tornar participativa em sua maior expressão e agora o aluno, mais do que o programa, torna-se o centro das preocupações do professor (TRIVELATO, 1993). No final dos anos de 1990, o Ministério da Educação publicou os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) para o ensino fundamental, onde destaca o “papel das Ciências Naturais como elemento colaborador para a compreensão do mundo e de suas transformações, situando o homem como indivíduo participativo e parte integrante do universo” (PCN, 2001, p.15). No ensino médio, os PCNs têm o “duplo papel de difundir os princípios da reforma curricular e orientar o professor na busca de novas abordagens e metodologias” (PCN, 1999, p.13). De acordo com os PCNs, uma das funções mais importantes do professor comprometido com a ideia de formar cidadãos é saber questionar os alunos; não no sentido de avaliar o desempenho escolar dos alunos, mas no sentido de fomentar posturas críticas, contestadoras, construtivistas, solidárias, comprometidas com o bem-estar individual e coletivo, tudo

isso sustentado por um diálogo cuja argumentação esteja alicerçada na maneira científica de pensar, ou seja, de maneira lógica, consistente e fundamentada. Talvez seja mesmo esse o ponto central na hora de se educar para a cidadania.

Atualmente, as pesquisas na área de ensino de ciências têm buscado compreender como ocorre a aprendizagem nesse campo do conhecimento. Estudos apontam (KRASILCHIK; MARANDINO, 2004; NUNES *et al.*, 2006) que a aprendizagem ocorre quando os alunos julgam, reconstrõem ou reestruturam seus conhecimentos anteriores, mediante uma pergunta genuína, um problema de investigação ou pelo surgimento de alguma informação conflitante com as ideias e representações pré-formadas que esses mesmos alunos possuem. A aprendizagem do aluno depende, portanto, de seu envolvimento ativo frente a uma temática desafiadora ao seu universo. Esse desafio pode promover uma interação do aluno com o objeto de questionamento, à medida que o estudante interpreta a realidade e as informações que recebe de acordo com a sua própria rede de conhecimentos. O rearranjo cognitivo de seu universo possibilita nova interpretação da realidade de forma que alcance uma aprendizagem significativa. Entretanto, cabe ao educador conduzir esse aluno na construção de seu conhecimento, questionando e motivando-o adequadamente, selecionando situações que lhe sejam familiares ou instigantes e que possam propiciar questionamentos, cuja resposta ou solução representará uma conquista no sentido de melhor compreender a natureza e de compreender o seu papel social de cidadão participativo e consciente frente às problematizações do

mundo moderno. Para Bohm (1989), o professor é um líder de opinião, ajudando os seus alunos a pensar, a interpretar, a entender as diversas ordens e a se posicionar diante delas, de maneira coletiva e enriquecedora (CUNHA, 2001).

Tendências modernas apontam que o ensino de ciências deva ser orientado para uma reflexão mais crítica acerca dos processos de produção do conhecimento científico-tecnológico e de suas implicações na sociedade e na qualidade de vida de cada indivíduo, à medida que o aluno se torna um ser participativo das decisões tomadas nesse campo do conhecimento. Espera-se que, ao concluir as etapas finais da educação básica, o aluno tenha adquirido conhecimento e maturidade suficiente para ser considerado alfabetizado cientificamente, ou seja, que além de compreender conceitos básicos da disciplina, seja capaz de pensar independentemente, adquirir e avaliar informações, aplicando seus conhecimentos na vida diária. Infelizmente, segundo Leite (2000), a população se encontra cientificamente despreparada para participar de modo democrático em debates sobre avanços científico-tecnológicos, principalmente no que tange aspectos da genética e da biotecnologia. Ainda nesse campo do conhecimento falta uma participação mais ativa no direcionamento do aprendizado dos alunos. É preciso trazer, para a sala de aula, discussões que fomentem a aproximação dos discentes com temáticas relacionadas à ciência, tecnologia e sociedade. Cabe ao professor fazer as escolhas certas, discutindo com profundidade o papel da ciência no mundo contemporâneo, recorrendo a uma visão interdisciplinar e próxima da realidade do

aluno, colaborando, assim, com a formação de cidadãos críticos e participativos da sociedade (PASSMORE, 1980; KRASILCHICK; MARANDINO, 2004; LACEY, 1998).

Pelo exposto, observamos que a evolução do sistema educacional acompanha as demandas sociais, mas, para que essa evolução educacional ocorra, há necessidade de um grande empenho por parte dos docentes no cumprimento de competências e habilidades estipulada pelos PCNs. O impacto destes se faz notável no currículo teórico elaborado por entidades oficiais e autores de livros, entre outros. Entretanto, muitas publicações didáticas nem sempre apresentam de modo claro e correto as novas concepções e descobertas, o que acarreta numa fundamentação teórica errada por parte de alguns alunos e professores. No caso particular do ensino de genética, podemos destacar mais um agravante: a fragmentação do conteúdo. Em muitos livros, a genética é apresentada como um assunto à parte e desconexo de qualquer outra área do conhecimento biológico, dificultando o aprendizado por parte do aluno e inviabilizando a construção de modelos mentais desse discente, quer numa simples resolução de problemas, quer na compreensão do processo meiótico e formação dos gametas (SILVÉRIO, 2005; PAULA, 2007). Certamente o desafio de quem escreve um livro didático é transformar um assunto complexo em simples e atraente sem perder a veracidade do conteúdo. A genética, principalmente a genética molecular, é uma área de pesquisa que se desenvolve muito rapidamente. Para se introduzirem esses assuntos novos em livros do ensino médio, não se pode esquecer de que conhecimentos básicos

também devem ser apresentados. Muitas vezes, o que ocorre é que, na busca da simplificação das ideias, estas ficam demais simplificadas, parecendo inverídicas, o que se torna extremamente prejudicial ao desempenho e ao aprendizado do aluno, principalmente em escolas mais carentes em que o único recurso do professor é o livro didático. Nesse ínterim, uma boa formação do professor faz com que o docente esteja capacitado a identificar e suprir as deficiências em livros didáticos, em seu planejamento curricular, o que justifica a necessidade de um aprendizado contínuo por parte dos docentes.

Infelizmente estudos apontam (SANTOS, 2005; SAKA *et al.*, 2006) que muitos alunos concluintes do ensino médio possuem concepções errôneas e distorcidas sobre os fundamentos da genética e do uso de novas tecnologias, como é o caso da utilização de células tronco e/ou alimentos transgênicos. Isso resulta de falhas no processo de transposição didática de tais assuntos pelo docente e/ou da presença de um forte sincretismo de ideias dos discentes; sincretismo esse gerado por um mecanismo de aprendizagem anterior às explicações do professor e que não foram totalmente substituídas pelos conceitos vistos em aula. Esses alunos deixam, portanto, de se caracterizarem como agentes multiplicadores de conhecimento, uma vez que são limitados em sua visão interdisciplinar de ciências. Mas de quem é a culpa? Do aluno ou do professor? Realmente, é difícil julgar, considerando-se que cada indivíduo possui o seu próprio universo e o seu próprio contexto sociocultural. Muitos pesquisadores da educação, objetivando uma prática construtivista, ressaltam a importância da

investigação das concepções pré-formadas dos alunos à medida que norteiam as ações docentes no ensino e no planejamento do currículo a ser elaborado. Mais do que ouvir as concepções dos alunos, o docente deve dar sentido ao que será aprendido, estabelecendo relações e conduzindo os alunos na construção ativa do aprendizado. Assim, qualquer que seja a atividade didática desenvolvida pelo professor, este deve buscar remodelar os conhecimentos científicos e apresentá-los aos estudantes, incentivando-os na construção do seu próprio conhecimento.

Entretanto, numa sociedade que demanda mudanças constantes na concepção de valores envolvidos, na atividade de ensino-aprendizagem, frente às novidades científico-tecnológicas, os professores se sentem, muitas vezes, desconfortáveis quando de seus planejamentos curriculares. Com o propósito de auxiliar, nesse planejamento do trabalho pedagógico do professor, uma série de orientações vem sendo amplamente divulgada (LOPES, 1996; GANDIN, 2001; CASTRO *et al.*, 2008) quanto aos conteúdos de aprendizagem a serem abordados quando do desenvolvimento de uma determinada temática em sala de aula. De acordo com os PCNs, três categorias de conteúdos devem ser preconizadas: os conteúdos conceituais, os conteúdos procedimentais e os conteúdos atitudinais. Os conteúdos conceituais são aqueles que se referem à aprendizagem de fatos, situações, nomes e dados. A aprendizagem desses conteúdos é percebida quando os alunos conseguem reproduzir ou memorizar a informação, identificando o que significam. Esses conteúdos são indispensáveis à compreensão de quase todas as

informações. Os conteúdos procedimentais se caracterizam como um conjunto de ações ordenadas e dirigidas à realização de um objetivo. Ex: ações cognitivas e motoras, como interpretar dados coletados e construir tabelas em sala de aula. Conteúdos atitudinais são aqueles relacionados ao aprendizado de normas, valores e atitudes que dizem respeito a conhecimentos, crenças, sentimentos, preferências, ações e declarações de intenção. Construir hábitos saudáveis de higiene e alimentação, respeitar a diversidade biológica, avaliar a importância da vacinação e de produtos biotecnológicos, por exemplo, são alguns dos possíveis conteúdos atitudinais trabalhados no âmbito do ensino das ciências naturais. Entretanto, ainda que seja possível identificar cada uma dessas categorias de conteúdos, é importante lembrar que eles estão interligados no processo de aprendizagem e ao docente cabe orientar seus alunos na construção do conhecimento. O ensino de genética, e com ela a biologia molecular, demanda esforço por parte de alunos e professores. Entretanto, muitas vezes o próprio docente sente dificuldades em compreender esses assuntos relativamente novos, que nem sempre foram abordados durante o período de sua formação acadêmica. Com isso, é comum que, em muitas escolas, essas temáticas sejam abordadas de maneira superficial, o que coopera com a não solidificação de tais assuntos pelos alunos; assuntos esses veiculados pela mídia e presente no cotidiano dos cidadãos que, em sua maioria, não compreendem o verdadeiro significado de tais tecnologias no contexto social. Por uma questão de cidadania, programas de incentivo à formação continuada de docentes vêm se

multiplicando em todo o país, visando a suprir as deficiências de conhecimento dos docentes, pois, segundo Krasilchik (2008), o tratamento de novos temas exige do professor uma relação estreita com a comunidade, de forma que possam ser considerados assuntos relevantes que não alienem alunos, e sim que contribuam para a melhoria da qualidade de vida da sua comunidade.

Sendo a educação a única ferramenta capaz de diminuir diferenças sociais, o ensino de ciências é fundamental na educação dos povos e a divulgação dos avanços da ciência e da tecnologia contribui para que todos compreendam a realidade à sua volta, aprimorando o juízo crítico necessário para a participação construtiva na sociedade. Frente à legislação educacional vigente e às necessidades sociais, a Escola vem reformulando os currículos aplicados no ensino básico. Os currículos vigentes apontam um mistura das tendências tradicionais (racionalista-acadêmica), das tendências que priorizam o desenvolvimento de processos cognitivos e das tendências sócio-construcionistas. Entretanto, o conteúdo a ser ensinado é, na realidade, a preocupação maior entre os docentes ao fazerem seu planejamento curricular. Para o professor de biologia, a abrangência do conteúdo é certamente um dos grandes desafios quando da elaboração de seu planejamento curricular. A expansão do conhecimento, nessa área, nos últimos anos faz com que se torne difícil ao docente decidir o que deve ser fundamental, portanto incluído em seu curso. Conseqüentemente, tanto no ensino médio como no fundamental não cabe mais apresentar a matéria dividida em blocos, mas sim de uma maneira interativa. Por sua vez, a falta de integração

intradisciplinar é fonte de grandes dificuldades no aprendizado da biologia e isso sim precisa ser revisto e repensado pelos educadores. Cabe ao educador mostrar as relações entre os vários conceitos e fenômenos, de modo a formar um conjunto conexo e retomar os assuntos sempre que necessário. Os docentes devem construir o seu próprio quadro de referência e lembrar que os alunos também construirão os seus, porém eles o farão mais rápido se forem devidamente orientados. Nessa tarefa, é conveniente que os educadores utilizem um arsenal didático-tecnológico atualmente disponível: internet, filmes, jogos interativos etc, que ajudam na construção de um novo universo de ideias e saberes por parte do aluno. O uso e a importância de novas tecnologias da informação e comunicação, no processo de ensino-aprendizagem, têm sido defendidos por vários autores, tais como Azinian (2004) e López (2005).

1.2 O “desafio do novo”¹: Seria tão novo assim? O ensino de genética na Educação Básica.

Estudos realizados por diferentes pesquisadores (TRIVELLATO, 1987; VENVILLE; TREAGUST, 1998; KNIPPELS *et al.*, 2005; ORCAJO; AZNAR, 2005; SAKA *et al.*, 2006) apontam os mesmos problemas básicos no entendimento da genética por parte dos estudantes. Eles acreditam que genes, DNA e cromossomos são estruturas independentes uma das outras. Alunos dos mais diferentes níveis de educação formal

¹ A expressão desafio do novo foi utilizada na década de 1980 quando a Universidade Estadual de Campinas inovou seu processo seletivo nos vestibulares, priorizando o conhecimento e o senso crítico dos alunos ingressantes.

apresentam tais problemas e muitos aspectos podem ser apontados como elementos negativos na construção do conhecimento na área de genética: divulgação inadvertida e fragmentada dos veículos de comunicação; pouco interesse na investigação da real interpretação infantil sobre questões de hereditariedade, o que contribui com a solidificação de concepções erradas pelas crianças sobre o assunto; a ausência de preocupação dos livros didáticos com relação ao ensino dos níveis de organização biológica e em relacionar o ensino de genética ao de reprodução, evidenciando fragmentação do conteúdo; falta de atualização profissional dos docentes etc. Além do mais, a escola tradicional, ao enfatizar a aprendizagem de definições e conceitos, desconsidera muitas vezes, a relação entre esses aspectos e o aluno não é motivado a compreender, deixando, portanto, de aprender.

Atualmente, várias pesquisas educacionais (CUNHA, 2001; KOGA *et al.*, 2005; LÓPEZ, 2005) visam à padronização de atitudes do docente que facilitem a compreensão do aluno de uma maneira participativa e construtiva do aprendizado. Particularmente, no ensino da genética alguns procedimentos podem ser utilizados tais como:

1. Levantamento de conhecimentos prévios e ideias cotidianas em relação aos processos hereditários: a aprendizagem será tanto mais significativa quanto maior for a capacidade para estabelecer relações coerentes entre o que já se sabe e o novo conhecimento que está sendo apresentado. Além disso, o professor precisa conhecer as ideias dos alunos, a fim de planejar a sequência didática e selecionar o conteúdo

adequados para promover situações de aprendizagem que acarretem a reflexão e o entendimento das diferenças existentes entre o conhecimento cotidiano e o científico;

2. Explicitação: processo pelo qual os alunos tornam-se cientes de suas próprias ideias ou teorias implícitas (MONK; OSBORNE, 1997);

3. Metacognição: é um processo de compartilhar com os alunos estratégias para que desenvolvam a habilidade de aprender a aprender, tornando-os co-responsáveis no processo de ensino aprendizagem (KOGA *et al.*, 2005);

4. Modelagem na ciência e aprendizagem de conceitos científicos: ferramentas também utilizadas pelos cientistas para facilitar a compreensão dos fatos;

5. Analogias: serve como meio de tradução de uma ideia abstrata em algo familiar. Assim, vários autores e professores vinculam suas concepções sobre herança das características hereditárias, divulgando e reproduzindo o conhecimento cotidiano (SANTOS, 2005);

6. Narrativas: gênero muito utilizado na transmissão de informações, mas que nem sempre é valorizado por professores e/ou pelos livros, revistas e outros meios de divulgações.

Mesmo frente à importância da elaboração de sequências didáticas para o ensino da genética, poucas propostas foram publicadas. Banet e Ayuso (2002) elaboraram uma série de atividades didáticas baseadas em princípios construtivistas de aprendizagem. Orcajo e

Aznar (2005) utilizaram uma metodologia de ensino baseada na resolução de problemas, a qual favorece reflexões metacognitivas, promovendo uma reestruturação evidente na compreensão dos termos estudados. Paula (2007), trabalhando com propostas de ensino do núcleo e dos processos de divisão celular, fez uma extensa revisão bibliográfica em seu trabalho, para conhecer as descrições de ideias dos estudantes e as barreiras existentes para a aprendizagem do conteúdo específico (divisão celular: localização do material hereditário, redução do número de cromossomos na gametogênese e a compreensão de variabilidade genética); a professora/pesquisadora planejou uma sequência de atividades que pudessem modificar as compreensões cotidianas dos estudantes, aproximando-as de uma compreensão científica desses processos. Para cumprir essa finalidade, a pesquisadora realizou uma intensa reflexão sobre o processo de transposição didática, transformando o conhecimento acadêmico em conhecimento escolar, aproximando os estudantes do conhecimento científico dos processos de divisão celular. Ela não objetivou ensinar todos os aspectos da genética tratados nesse nível de ensino (leis de Mendel, padrões de herança, genética humana, entre outros), optando por oferecer ao aluno um conjunto de conhecimentos sobre alguns princípios e ideias, tornando-os aptos à compreensão de dogmas mais complexos, uma vez que colaborou com o desenvolvimento de um espírito crítico, por parte dos discentes.

Mais recentemente, frente ao montante das informações científicas relacionadas à genética e que são veiculadas erroneamente pela mídia e que

povoam o universo dos estudantes da educação básica, torna-se dever do professor direcionar o aprendizado correto do aluno, tentando educá-lo cientificamente. Entretanto, para se trabalhar esse conceitos, que são considerados abstratos pela grande maioria dos discentes, novas alternativas didáticas vêm sendo exploradas, como, por exemplo, a produção de jogos interativos, teatros, desenvolvimento de projetos em aula e tantas outras atividades interdisciplinares que colaboram com a construção do pensamento crítico e participativo do aluno (DE MÉIS, 2001; NUNES *et al.*, 2006). Esses alunos, imbuído de fundamentação científica passam a compreender, de maneira desmistificada, assuntos polêmicos, transformando-se em verdadeiros agentes multiplicadores de conhecimentos.

Ensinar genética e biologia molecular, desde as séries iniciais da educação básica, colabora com a contextualização do aluno em seu meio, e, por outro lado, faz com que os docentes busquem um aperfeiçoamento constante em cursos de capacitação, que surgem devido às próprias demandas sociais. A construção do conhecimento é certamente a hélice propulsora de toda uma sociedade. Deixar de lado memorizações vagas e assumir uma postura de aprender a aprender; aprender para a vida, colabora com o engrandecimento pessoal. Como última observação, a temática ensino de genética foi utilizada, devido à área de interesse pessoal da autora, mas, certamente, todas as áreas do conhecimento científico proporcionam oportunidades de “aprender a aprender” e o exercício de cidadania por parte dos alunos e professores desta Nação.

2. CONCLUSÃO

A sociedade moderna exige um cidadão crítico e participativo em seu meio. Para isso, as escolas buscam contribuir com a qualificação dos indivíduos, à medida que uma nova visão de ensino vem sendo priorizada nas instituições de ensino básico. O “aprender a aprender”, o estímulo à participação dos docentes em cursos de formação continuada, a construção do conhecimento pelos alunos, buscando-se a alfabetização científica dos discentes, vêm reformulando o papel da Escola na formação dos cidadãos. Falhas no processo educacional certamente existem, mas a primeira etapa da reestruturação do ensino já foi estabelecida, quando da elaboração das novas Diretrizes do ensino básico e a sua busca constante pela interdisciplinariedade na construção de um real conhecimento pelo aluno, conhecimento este que é transposto para a vida.

3. AGRADECIMENTOS

Agradeço à Fundação Valeparaibana de Ensino (FVE), pelo apoio financeiro para o desenvolvimento do presente trabalho e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP – Projeto 2009/07671-2), pelo apoio financeiro na construção do conhecimento científico.

REFERÊNCIAS

AZINIAN, H. Integración de las tecnologías de la información y la comunicación en las prácticas pedagógicas. *Revista Novedades Educativas*, Buenos Aires, v. 16, n. 168, p. 46-48, 2004.

BANET, E.; AYUSO, G. E. Alternativas de la enseñanza de la genética en la educación secundaria. *Investigación Didáctica*, v. 20, n. 1, p. 133-157, 2002.

BOHM, D.; PEAT, F. D. Ciência, Ordem e Criatividade. Trad. Jorge da Silva Branco, Lisboa: Godiva Publicações Ltda., 1989.

BRASIL. PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS (PCN). *Ciências Naturais*. Brasília: MEC / SEF, 2001. p. 15.

_____. PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS (PCN): *Ensino Médio*. Brasília: MEC / SEF, 1999. p.13.

CUNHA, M. C. Ciência e educação na contemporaneidade: alguns tópicos para reflexão. *Revista da FAPESP*, Salvador, BA, v. 5, n. 5, p. 27-38, 2001.

DE MÉIS, L. Ciência com arte e emoção. *Pesquisa FAPESP*, São Paulo, v. 70, p. 88-91, 2001.

KNIPPELS, M. C. P. J.; WAARLO, A. J.; BOERSMA, K. T. Design criteria for learning and teaching genetics. *Journal of Biological Education*, New York, v. 39, n. 3, p. 108-112, 2005.

KOGA, D. *et al.* La influencia de dos secuencias didácticas sobre la construcción de narraciones de los estudiantes de enseñanza básica: Un ejemplo sobre el tema electricidad. *Revista de Educacion de las Ciencias*, Bogotá, v. 6, n. 2, p. 93-96, 2005.

KRASILCHIK, M. *Prática de Ensino de Biologia*. 4. ed. Revisado e ampliado, 2ª reimpressão. São Paulo: Edusp, 2008.

KRASILCHIK, M.; MARANDINO, M. *Ensino de ciências e cidadania*. São Paulo: Moderna, 2004.

- LACEY, H. *Valores e atividade científica*. São Paulo: Discurso Editorial, 1998.
- LEI DE DIRETRIZES E BASES DA EDUCAÇÃO NACIONAL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/ldb.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2009.
- LEITE, M. Biotecnologias, clones e quimeras sob controle social: missão urgente para a divulgação científica. *São Paulo Perspec.*, São Paulo, v. 14, n. 3, July 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-88392000000300008&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 19 ago. 2011.
- LÓPEZ, E. Escuela del futuro: Nuevas Tecnologías de la Información y la comunicación. *Novedades Educativas*, Buenos Aires, v. 17, n. 172, p. 31-33, 2005.
- MELLO, G. N. Escola de professores de ensino médio: Aprender a aprender pra quem ensina no ensino médio. *Redeensinar*, outubro de 2000. Disponível em: <<http://www.namodemello.com.br/pdf/escritos/projetos/epemfinal.pdf>>. Acesso em: 25 ago. 2009.
- MONK, M.; OSBORNE, J. Placing the history and philosophy of science on the curriculum: a model for the development of pedagogy. *Science Education*, Salem, Mass., v. 81, p. 405-437, 1997.
- NUNES, F. M. F. *et al.* Genética no Ensino Médio: uma prática que se constrói. *Revista Genética na Escola*, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 19-24, 2006.
- ORCAJO, T. Y. I; AZNAR, M. M. Solving problems in genetics II conceptual restructuring. *International Journal of Science Education*, v. 27, n. 12, p. 1495-1519, 2005.
- PASSMORE, J. *The philosophy of teaching*. London: Duckworth, 1980.
- PAULA, S. R. *Ensino e aprendizagem dos processos de divisão celular no ensino fundamental*. 113 p. (Dissertação de Mestrado). Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- SANTOS, S. *Para geneticistas e educadores: o conhecimento cotidiano para herança biológica*. São Paulo: Annablume; FAPESP; SBG, 2005.
- SAKA, A. *et al.* A cross-age study of the understanding of three genetic concepts: how do they imagine the gene, DNA and chromosome? *Journal of Science Education and Technology*, Berlin, v. 15, n. 2, p. 192-202, 2006.
- SILVÉRIO, L. E. R. *A resolução de problemas em genética mendeliana*. 171p. Dissertação (Mestrado). Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Centro de Educação e Centro de Ciências Biológicas. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.
- TRIVELATO, S. F. *Ciência / Tecnologia / Sociedade – Mudanças curriculares e formação de professores*. p. Tese (Doutorado) Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.
- TRIVELLATO, S. L. F. *O ensino de genética em uma escola de segundo grau*. 335 p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1987.
- VENVILLE; G.; TREAGUST, D. F. Exploring conceptual changes in genetics using a multidimensional interpretative framework. *Journal of Research in Science Teaching*, New York, v. 35, n. 9, p. 1031-1055, 1998.